

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-155979

(43)Date of publication of application : 06.06.2000

(51)Int.Cl. G11B 7/135
G11B 7/09

(21)Application number : 11-237985

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 25.08.1999

(72)Inventor : HOSOMI TETSUO
TANAKA SHINICHI

(30)Priority

Priority number : 10250750
10264625

Priority date : 04.09.1998
18.09.1998

Priority country : JP

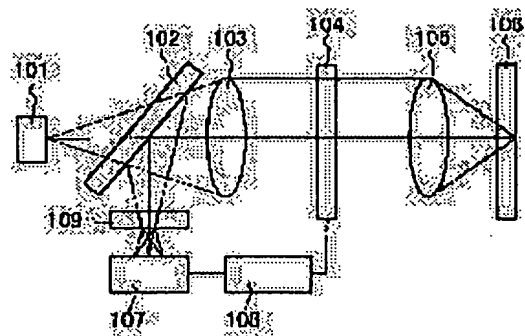
JP

(54) ABERRATION-DETECTING DEVICE AND OPTICAL INFORMATION RECORDING/REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an aberration-detecting device for controlling the aberration of an optical disk or the like with a speedy closed loop.

SOLUTION: A light beam at a return path that is emitted from a light source 101 and is reflected from an optical disk 106 is separated by a half mirror 102 and is split into a light beam through a specific region and that through the other regions by a hologram 109 for deflection. The light beam through the specific region is received by a plurality of photo detectors 107, and the obtained signals are compared, thus detecting aberration. An aberration correction element 104 is driven in real time based on it, thus reducing the aberration of an optical system.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-155979

(P2000-155979A)

(43) 公開日 平成12年6月6日(2000.6.6)

(51) Int.Cl.¹

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 1 1 B 7/135
7/09

G 1 1 B 7/135
7/09

Z
A

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平11-237985

(22) 出願日 平成11年8月25日(1999.8.25)

(31) 優先権主張番号 特願平10-250750

(32) 優先日 平成10年9月4日(1998.9.4)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平10-264625

(32) 優先日 平成10年9月18日(1998.9.18)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 細美 哲雄

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 田中 伸一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100095555

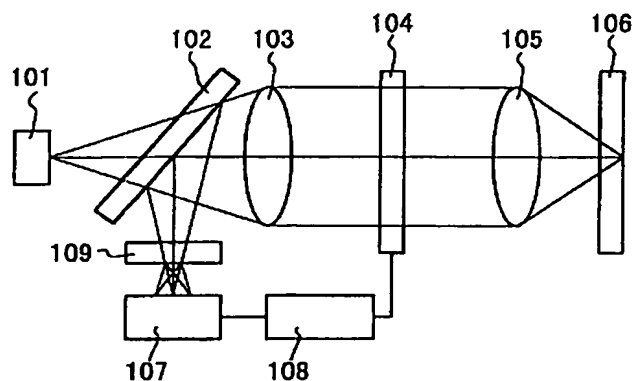
弁理士 池内 寛幸 (外1名)

(54) 【発明の名称】 収差検出装置及び光学情報記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 光ディスク装置などの収差を高速のクローズドループで制御可能にする収差検出装置を提供する。

【解決手段】 光源101から射出され、光ディスク106で反射された復路の光ビームをハーフミラー102で分離し、ホログラム109で特定領域を通過する光ビームとそれ以外の領域を通過する光ビームとに分割して偏向させる。特定領域を通過する光ビームを複数の光検出器107で受光し、得られる信号を比較して収差を検出する。これに基づきリアルタイムで収差補正素子104を駆動して光学系の収差を低減させることができる。



BEST AVAILABLE COPY

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ビームを射出する放射光源と、
前記光ビームを情報担体上に集光する対物レンズと、
前記情報担体上で反射され前記対物レンズを通過した復
路の光ビームを往路の光ビームと分離する光ビーム分岐
手段と、
前記分岐手段で分離された復路の光ビームを特定領域を
通過する光ビームとそれ以外の領域を通過する光ビーム
とに分割して偏向させる光偏向手段と、
前記偏向された特定領域を通過する光ビームを受光する
複数の光検出手段とを有し、
前記複数の光検出手段からの信号を比較して収差を検出
することを特徴とする収差検出装置。

【請求項 2】 光ビームを射出する放射光源と、
前記光ビームを情報担体上に集光する対物レンズと、
前記情報担体上で反射され前記対物レンズを通過した復
路の光ビームを特定領域を通過する光ビームとそれ以外
の領域を通過する光ビームとに分割し、前記特定領域を
通過する光ビームを前記放射光源とは異なる方向に偏向
させる光偏向手段と、
前記偏向された特定領域を通過する光ビームを受光する
複数の光検出手段とを有し、
前記複数の光検出手段からの信号を比較して収差を検出
することを特徴とする収差検出装置。

【請求項 3】 前記光偏向手段は、光ビームを複数の分
割して回折させるホログラムである請求項 1 又は 2 に記
載の収差検出装置。

【請求項 4】 前記複数の光検出手段は少なくとも 2 分
割された光検出器からなり、前記特定領域を通過する光
ビームが前記 2 分割された光検出器の分割線上を照射す
るように設置されている請求項 1 又は 2 に記載の収差検
出装置。

【請求項 5】 前記特定領域が、前記復路の光ビームが
通過する領域を前記光ビームの光軸を含む平面で 2 分割
して得られる 2 つの領域の一方の略中央部分の領域であ
る請求項 1 又は 2 に記載の収差検出装置。

【請求項 6】 前記特定領域が、前記復路の光ビームの
光軸を中心とする径が異なる 2 つの同心円で挟まれた領
域を前記光軸を含む平面で 2 分割して得られる一方の領
域とほぼ一致する請求項 1 又は 2 に記載の収差検出装
置。

【請求項 7】 前記光偏向手段はブレイズ化されたホロ
グラムである請求項 1 又は 2 に記載の収差検出装置。

【請求項 8】 前記複数の光検出手段は、前記放射光源
の近傍に、前記放射光源に対して対称に配置されている
請求項 2 に記載の収差検出装置。

【請求項 9】 前記光偏向手段は所定の偏光のみを回折
させるホログラムと四分の一波長板とからなり、前記ホ
ログラムにおいて、前記放射光源から前記情報担体に向
かう往路の光ビームは回折せず、前記復路の光ビームは

2

複数の分割され、異なる方向に回折する請求項 2 に記載
の収差検出装置。

【請求項 10】 複数の記録情報層と、前記記録情報層
間に挟まれた光学分離層とを有する記録再生可能な情報
担体に情報を記録し、又は記録された情報を再生するた
めの光学情報記録再生装置であって、

光ビームを射出する放射光源と、
前記放射光源からの光ビームを前記複数の記録情報層の
うちの少なくとも 1 つの記録情報層上に集光する光ビー
ム集光手段と、

前記光ビーム集光手段と一体的に構成された球面収差補
正手段とを有することを特徴とする光学情報記録再生装
置。

【請求項 11】 前記光ビーム集光手段は 2 群の凸レン
ズからなり、前記球面収差補正手段は前記 2 群の凸レン
ズ間の距離を変化させる請求項 10 に記載の光学情報記
録再生装置。

【請求項 12】 前記光ビーム集光手段は 2 枚の非球面
レンズからなり、前記球面収差補正手段は前記 2 枚の非
球面レンズ間の距離を変化させる請求項 10 に記載の光
学情報記録再生装置。

【請求項 13】 前記光ビーム集光手段は 1 枚の非球面
レンズと 1 枚の球面レンズとからなり、前記球面収差補
正手段は前記非球面レンズと前記球面レンズとの間の距
離を変化させる請求項 10 に記載の光学情報記録再生装
置。

【請求項 14】 複数の記録情報層と、前記記録情報層
間に挟まれた光学分離層とを有する記録再生可能な情報
担体に情報を記録し、又は記録された情報を再生するた
めの光学情報記録再生装置であって、

光ビームを射出する放射光源と、
前記放射光源からの光ビームを前記複数の記録情報層の
うちの少なくとも 1 つの記録情報層上に集光する光ビー
ム集光手段と、

前記放射光源と前記光ビーム集光手段との間に、前記光
ビーム集光手段と一体的に構成された球面収差補正手段
とを有し、

前記球面収差補正手段は、前記光ビーム集光手段の光軸
を中心とした円の周方向に等しくかつ半径方向に異なる
光学的位相を変化させることを特徴とする光学情報記録
再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本第 1 発明は光ディスク等の
光学情報記録媒体（以下、情報担体ということがある）
に情報を記録し、又は記録された情報を再生するための
光学情報記録再生装置に用いられる光学系の収差検出装
置に関する。

【0002】 本第 2 発明は、レーザ光を用いて光学情報
記録媒体（情報担体）に大容量の情報を記録し、又は記

録された情報を再生するための光学情報記録再生装置に関する。特に、複数の記録情報層を有する光ディスク等の情報担体のための光学情報記録再生装置に関する。

【0003】

【従来の技術】【第1発明について】従来、光ディスクの収差補正手段としては特開平8-212611号公報に記載されたものが知られている。

【0004】図20に従来の波面収差補正方法の概略構成を示す。図20において、801は光磁気ディスク、811は半導体レーザ、812は半導体レーザ811からの発散光束を平行光束に変換するコリメータレンズ、813は光束を断面円形に補正するアナモフィックプリズム、814は反射ミラー、816は反射ミラー、817は対物レンズ、818は液晶素子である。また、820は複合プリズム、822はレーザー光のパワーを検出・制御するためのAPCセンサ、825は1/2波長板、826は偏光ビームスプリッター、829、830、833は受光素子、850は液晶制御回路、854はマイコンである。

【0005】図20の装置においては、メモリーからの情報に基づき液晶制御回路850を駆動して、液晶素子818を制御して収差補正を行う。具体的には、収差が発生した場合、最も波面収差が少なくなるように液晶の収差補正素子818の位相をオープンループで制御する。また、温度等により波面収差が変化する場合には、温度検出を行い、検出された温度と予め温度に関連づけて記憶された制御情報とに基づいて波面収差の補正を行う。

【0006】図20の例では、信号検出用の受光素子829、830とエラー信号検出用の受光素子833とからの信号がマイコン854に入力され、受光素子の検出信号が良好になるように液晶制御回路850が液晶素子818の各要素に印加する印可電圧が決定される。

【0007】さらに同公報で収差の検出方法については、干渉系を用いる波面収差の測定法が示されている。また、ディスクの種類と、そのディスクを使用した際に発生する波面収差を補正するために必要な液晶の制御情報とを求めて、予め校正されたテーブルに基づいて波面収差の補正を行うことが開示されている。この為に外部に干渉系を構築して測定装置を形成し波面収差を測定するが、干渉系の具体的な構成は開示されていない。

【0008】【第2発明について】レーザ光を用いて信号を再生する、いわゆる再生専用の光学情報記録媒体として、コンパクトディスク(CD)と称される光ディスク、レーザディスク(LD)と称される光ディスク、デジタルビデオディスクと称される光ディスク等がある。

【0009】現在、市販されている再生専用の光学情報記録再生装置のうち、もっとも高密度に信号が記録されているものは、現状ではDVD-ROMの4.7GBである。

【0010】直径120mmの再生専用DVDは、ユーザ容量が最大で4.7GBの片面読み出し単層タイプ、同容量が最大9.4GBの両面読み出し単層タイプ、同容量が最大8.5GBの片面読み出し2層タイプ等のフォーマットが規格で決められている。

【0011】片面読み出し2層タイプの光ディスクの構成例を図21に示す。本光ディスクでは、基板918側からレーザ光を照射することにより、基板918を介して第1の記録情報層919及び第2の記録情報層921のいずれの層に記録されている信号をも再生できる。第1の記録情報層919と第2の記録情報層921の間には、基板918から入射したレーザ光を第1の記録情報層919と第2の記録情報層921とに光学的に分離する光学分離層920が設けられている。また、第2の記録情報層921の下面側には第2の記録情報層921を保護する保護基板922が設けられている。なお、多層構造の再生専用光ディスクを製造する方法は、例えば米国特許第5,126,996号公報に示されている。

【0012】また、レーザ光を用いて信号を記録及び再生することのできる光学情報記録媒体として、相変化型光ディスク、光磁気ディスク、色素ディスク等がある。

【0013】このうち、記録可能な相変化型光ディスクでは、通常、記録薄膜材料としては一般的にカルコゲン化合物が用いられる。一般には、記録薄膜材料が結晶状態の場合を未記録状態とし、レーザ光を照射し、記録薄膜材料を熔融・急冷して非晶質状態とすることにより、信号を記録する。一方、信号を消去する場合は、記録時よりも低パワーのレーザ光を照射して、記録薄膜を結晶状態とする。

【0014】記録可能、或いは記録・消去可能な光ディスクの記録密度を向上する観点から、基板表面に設けた案内溝(グループ)と案内溝間(ランド)の双方に信号を記録する、いわゆるランド&グループ記録の提案がなされている(例えば特開平5-282705号公報)。

【0015】また、記録可能、或いは記録・消去可能な相変化光ディスクの記録容量を増大する観点から、2層構成のディスクの提案がなされている(例えば特開平9-212917号公報)。

【0016】これらのディスクの記録再生密度を高くするためには、高い開口率(NA Numerical Aperture)を有する対物レンズを使用して記録再生をする事が望まれる。従来の光ディスク装置では基板の厚さ誤差が問題となるほど高NAの対物レンズを使用した例はなく、基板の厚さ誤差は特に問題にされていなかった。

【0017】再生装置で2層ディスクの球面収差を補正するアイデアが特開平7-77031号公報に記載されている。そこでは、対物レンズと2層ディスクを使用したときに発生する、予知された球面収差の収差量が補正される。収差補正のための光学的位相差を発生する素

子として液晶層が実施の形態例として記載されている。低いNAのときにはこの方法でも十分補正は可能である。

【0018】即ち、ディスク基板の厚さバラツキは精度良く作製しても通常30～60ミクロンであり、CDなどは100ミクロンくらいの厚さバラツキがある。CDの再生には $NA=0.4\sim0.45$ のレンズが使用される。記録が可能なCD-Rの装置であれば $NA=0.5$ くらいのレンズが使用される。さらにDVDは高密度化されているので $NA=0.6$ のレンズが使用されている。このような数十ないし100ミクロンくらいに厚さがばらつくディスクに対して、NAが0.6以下の記録再生系であれば何とか良好な記録再生を行うことができる。しかしNAが0.6以上になると基板の厚さバラツキとレンズ自身の保有する収差が問題となってくる。

【0019】特開平7-77031号公報に記載の方法では、基板の厚さが変化するときには変化で発生する球面収差は補正不可能である。また、補正素子が光学系の途中に位置しているために、対物レンズの光軸とは異なる光軸を有する球面収差補正素子となるため、NAの4乗で変化する球面収差は大きくなり、高いNAの光学系には適用できない。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】【第1発明について】前記した従来の収差補正方法では、信号のS/Nがもっとも良くなるように波面収差を試行錯誤的に変化させ、結果として波面収差が少なるようにクロズドループを形成する補正方法が示されている。

【0021】しかし、この方法では信号が良くなるか悪くなるかを判断しつつ山登り的に（試行錯誤的に）最良点を求めるので、検出に時間がかかり応答の早いクロズドループによる制御はできない。

【0022】本第1発明は、係る従来の問題点を解決し、リアルタイムもしくはリアルタイムに準じた時間で収差を検出して高速のクロズドループで制御することを可能にする収差検出装置を提供することを目的とする。

【0023】【第2発明について】記録・消去可能な光ディスクを2層構成として記録容量を倍増させるというアイデアはすでに提案されている（例えば特開平9-212917号公報）が、以下のような課題を解決する方法が見つかっていなかったため実用化に至っていない。なお、本発明において、第1の記録情報層とは記録・再生のためのレーザ光の入射側からみて手前にある記録可能な層、第2の記録情報層とは記録・再生のためのレーザ光の入射側からみて奥にある記録可能な層を指す。

【0024】1. 信号の記録・消去・再生のための光学系で、高いNAの対物レンズを使用して第1の記録情報層と第2の記録情報層の双方に同じレベルの良好な記録再生を行なう手段が見つかっていない。

【0025】2. 信号の記録・消去・再生のための光学系で、高いNAの対物レンズを使用して第1の記録情報層と第2の記録情報層の両方に対し球面収差を少なくする手段が見つかっていない。

【0026】3. 第1の記録情報層にも第2の記録情報層にも高速でオーバーライト可能な光学系の構成が見つかっていない。

【0027】本発明による光学情報記録媒体の構成は、基板の上に、第1の記録情報層／光学分離層／第2の記録情報層／・・・の順に複数の記録情報層を備え、前記複数の記録情報層は情報の記憶再生が可能な材料を含む。代表的な材料としてレーザ光の照射によって非晶質状態と結晶状態の間で可逆的に相変化を生じる記録材料があり、前記基板を通して照射されるレーザ光の照射によって信号を記録・消去・再生可能な材料である。

【0028】上記のような基板を有する光ディスクに記録再生を行おうとすると、実際の厚さがレンズ設計時に用いられる設計基板厚さ（以下、単に「設計基板厚さ」という）からかい離することに依存する収差が発生する。

【0029】設計基板厚さからの厚さ変化量を t 、基板の屈折率を n 、対物レンズの開口率をNAとすると発生する球面収差 W_{40} は次のように表される。

【0030】

$$W_{40} = (1/8) (1/n - 1/n^3) t (NA)^4$$

この収差の量が使用波長を λ としたときに $35m\lambda$ （ミリラムダ）を越えると記録再生特性に大きな悪影響を及ぼす。

【0031】例えば $NA=0.60$ 、 $n=1.5$ 、 $W_{40}=35m\lambda$ としたとき、 $t=14.5\mu m$ となる。

【0032】簡単のため記録情報層を2層有する2層ディスクの例で考えると、設計基板厚さを2層ディスクのちょうど中間厚さにした場合に最大厚さ変化は $\pm 14.5\mu m$ となるから、2層間の厚さは $29\mu m$ 以下である必要がある。一方2層間の厚さが薄いとお互いの層からの干渉が大きく記録再生特性に悪影響がある。例えば層間距離が $10\mu m$ くらいと仮定すると、一方の層を記録再生するとき他方の層からの迷光でフォーカスサーボが影響を受け良好な記録再生を行うことができない。

【0033】従って実質上許容される層間厚さは $15\mu m\sim 29\mu m$ である必要があるが、このようなディスクを実際に製造することは困難になる。

【0034】本第2発明は、厚さ誤差に起因する球面収差を補正することにより、2層以上の記録情報層を有する情報担体に対して安定して情報の記録・再生が可能な光学情報記録再生装置を提供することを目的とする。

【0035】

【課題を解決するための手段】【第1発明について】上記の目的を達成するために、本発明はリアルタイムで収差を検出できる方法として、ディスクからの反射光の光

分布には収差によって特徴的な分布が発生することに着目し、この分布を検出することで収差の検出を行うものである。収差の量を定量的に把握することは困難でも、収差の種類と収差がある一定の値以上にあるか否かは比較的容易に検出することができる。

【0036】この収差検出を行って、リアルタイムもしくはリアルタイムに準じる時間内に収差補正素子を駆動して収差を補正し、集光ビームの特性を改善し、結果として良好な光記録特性や再生信号を得ることができる。

【0037】本第1発明は以下の構成とする。

【0038】本第1発明の第1の構成に係る収差検出装置は、光ビームを射出する放射光源と、前記光ビームを情報担体上に集光する対物レンズと、前記情報担体上で反射され前記対物レンズを通過した復路の光ビームを往路の光ビームと分離する光ビーム分岐手段と、前記分岐手段で分離された復路の光ビームを特定領域を通過する光ビームとそれ以外の領域を通過する光ビームとに分割して偏向させる光偏向手段と、前記偏向された特定領域を通過する光ビームを受光する複数の光検出手段とを有し、前記複数の光検出手段からの信号を比較して収差を検出することを特徴とする。

【0039】また、本第1発明の第2の構成に係る収差検出装置は、光ビームを射出する放射光源と、前記光ビームを情報担体上に集光する対物レンズと、前記情報担体上で反射され前記対物レンズを通過した復路の光ビームを特定領域を通過する光ビームとそれ以外の領域を通過する光ビームとに分割し、前記特定領域を通過する光ビームを前記放射光源とは異なる方向に偏向させる光偏向手段と、前記偏向された特定領域を通過する光ビームを受光する複数の光検出手段とを有し、前記複数の光検出手段からの信号を比較して収差を検出することを特徴とする。

【0040】かかる第1及び第2の構成によれば、光学系の収差をリアルタイムもしくはリアルタイムに近い時間で検出することができる。従って、検出結果に基づいて収差補正素子を駆動すれば、光学系の収差を低減させることができる。よって、従来困難であった、大きな面ぶれを有する情報担体（ディスク）や基材厚の異なる情報担体（ディスク）の再生が可能となる。また、情報担体の公差を緩和できるために情報担体の製造が容易となる。

【0041】上記第1及び第2の構成において、前記光偏向手段が、光ビームを複数の分割して回折させるホログラムであることが好ましい。かかるホログラム素子を用いることで、光ビームを1つの素子で効率よく分割でき、光学系をコンパクトに構成することができる。

【0042】上記第1及び第2の構成において、前記複数の光検出手段は少なくとも2分割された光検出器からなり、前記特定領域を通過する光ビームが前記2分割さ

れた光検出器の分割線上を照射するように設置されていることが好ましい。かかる構成によれば、収差が発生すると光ビームスポットの分布が変化して2分割された光検出器間の出力に差が生じるため、この差を検出することで簡単な構成で収差を安定して検出できる。

【0043】上記第1及び第2の構成において、前記特定領域を、前記復路の光ビームが通過する領域を前記光ビームの光軸を含む平面で2分割して得られる2つの領域の一方の略中央部分の領域とすることができる。かかる構成によれば、コマ収差を検出することができる。

【0044】また、上記第1及び第2の構成において、前記特定領域を、前記復路の光ビームの光軸を中心とする径が異なる2つの同心円で挟まれた領域を前記光軸を含む平面で2分割して得られる一方の領域とほぼ一致させることができる。かかる構成によれば、球面収差を検出することができる。

【0045】上記第1及び第2の構成において、前記光偏向手段はブレイズ化されたホログラムであることが好ましい。かかる構成によれば、通常のホログラムに比べ高効率の偏向手段とすることができるため、収差の検出を高感度で行うことができる。

【0046】上記第2の構成において、前記複数の光検出手段は、前記放射光源の近傍に、前記放射光源に対して対称に配置されていることが好ましい。かかる構成によれば、光偏向手段としてホログラムを用いた際に同じ回折効率で放射光源に対して対称な位置に現れる+1次回折光と-1次回折光とを効率よく受光することができるので、効率の良い光学系を形成することができる。

【0047】上記第2の構成において、前記光偏向手段は所定の偏光のみを回折させるホログラムと四分の一の波長板とからなり、前記ホログラムにおいて、前記放射光源から前記情報担体に向かう往路の光ビームは回折せず、前記復路の光ビームは複数の分割され、異なる方向に回折することが好ましい。かかる構成によれば、光学系の光利用効率を高めることができる。

【0048】〔第2発明について〕本発明は、球面収差の影響を取り除き、多層構成の情報担体の記録・再生を可能とするために、球面収差を補正する光学装置を設ける。球面収差を補正するには色々な手段がある。ここでは、レンズ系の光軸方向の位置を調整して球面収差を補正する方法と、対物レンズに入射する光ビームの光学位相を補正して球面収差を補正する方法とを提供する。

【0049】レンズ間距離を変えるには、マイクロマシン、電磁アクチュエータ、ピエゾ素子、又は超音波モータ等を使うことができる。

【0050】対物レンズに入射する光ビームの光学位相を補正するには、光ビームの位相分布を変化させることが必要である。そのため光ビームの有効瞳内を微小な領域に分割し、それぞれの領域ごとに位相進み又は位相遅れを補正する。位相補正を行う素子として例えば液晶素

子を用いることができる。

【0051】本第2発明は以下の構成とする。

【0052】本第2発明の第1の構成に係る光学情報記録再生装置は、複数の記録情報層と、前記記録情報層間に挟まれた光学分離層とを有する記録再生可能な情報担体に情報を記録し、又は記録された情報を再生するための光学情報記録再生装置であって、光ビームを射出する放射光源と、前記放射光源からの光ビームを前記複数の記録情報層のうちの少なくとも1つの記録情報層上に集光する光ビーム集光手段と、前記光ビーム集光手段と一体的に構成された球面収差補正手段とを有することを特徴とする。かかる構成によれば、設計基板厚さからかい離した厚さの情報担体であっても、球面収差補正手段で収差を補正して、記録情報層に対して球面収差を低減することにより、良好な記録再生特性が得られる。これにより、基板の厚さ誤差で生じる球面収差が発生していても、複数の記録情報層を有する情報担体の一方の面側から、各記録情報層に記録・再生を安定して行なうことができる。この結果、大容量の光学情報記録媒体と、そのための光学情報記録再生装置を実現できる。

【0053】上記第1の構成において、前記光ビーム集光手段が2群の凸レンズからなり、前記球面収差補正手段は前記2群の凸レンズ間の距離を変化させる構成とすることができる。2群の凸レンズ間の距離を変えたと球面収差が変化する。従って、この距離を光ディスクの記録可能な記録情報層に対して球面収差がもっとも少なくするように自動的に調整することにより最適の記録再生を行なうことができる。

【0054】また、上記第1の構成において、前記光ビーム集光手段が2枚の非球面レンズからなり、前記球面収差補正手段は前記2枚の非球面レンズ間の距離を変化させる構成とすることができる。高NAの対物レンズを構成するには複数の凸レンズを組み合わせる方法があり、上記の構成がその場合に該当するが、非球面レンズを用いることで2枚にすることができる。この2枚の非球面レンズ間の距離を最適化することで球面収差を最小にすることができる。

【0055】また、上記第1の構成において、前記光ビーム集光手段が1枚の非球面レンズと1枚の球面レンズとからなり、前記球面収差補正手段は前記非球面レンズと前記球面レンズとの間の距離を変化させる構成とすることもできる。高NAの対物レンズを構成するには、非球面レンズと球面レンズを組み合わせて用いることができる。この非球面レンズと球面レンズ間の距離を最適化することで球面収差を最小にすることができる。

【0056】本第2発明の第2の構成に係る光学情報記録再生装置は、複数の記録情報層と、前記記録情報層間に挟まれた光学分離層とを有する記録再生可能な情報担体に情報を記録し、又は記録された情報を再生するための光学情報記録再生装置であって、光ビームを射出する

放射光源と、前記放射光源からの光ビームを前記複数の記録情報層のうちの少なくとも1つの記録情報層上に集光する光ビーム集光手段と、前記放射光源と前記光ビーム集光手段との間に、前記光ビーム集光手段と一体的に構成された球面収差補正手段とを有し、前記球面収差補正手段は、前記光ビーム集光手段の光軸を中心とした円の周方向に等しくかつ半径方向に異なる光学的位相を変化させることを特徴とする。かかる構成によれば、球面収差で発生する光軸を中心とした半径方向の光学位相分布と反対の極性で同じ量の光学位相を加算することにより、全体として瞳内の光分布は均一となり、球面収差を打ち消し合って低減させることができる。この結果、設計基板厚さからかい離した厚さの情報担体であっても、球面収差補正手段で収差を補正して、記録情報層に対して球面収差を低減することにより、良好な記録再生特性が得られる。これにより、基板の厚さ誤差で生じる球面収差が発生していても、複数の記録情報層を有する情報担体の一方の面側から、各記録情報層に記録・再生を安定して行なうことができる。この結果、大容量の光学情報記録媒体と、そのための光学情報記録再生装置を実現できる。

【0057】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0058】(実施の形態1)図1は実施の形態1の収差検出装置の概略構成図である。

【0059】半導体レーザ等の光源101を射出する光ビームはハーフミラー102を通過してコリメートレンズ103で略平行光に変換され、波面変換素子104を透過して対物レンズ105により光ディスク106の基板越しに記録再生情報面上に入射する。

【0060】記録再生情報面で反射した光ビームは再び基板を透過し、対物レンズ105、波面変換素子104、コリメートレンズ103を透過して、ハーフミラー102で反射して、ホログラム109を透過して回折されて、信号検出用の光検出器107に入射する。光検出器107は情報信号、フォーカス信号やトラッキング信号等の制御信号、及び光ビームの収差を検出するピンダイオードなどの光検出素子からなる。これらの検出素子は、各信号検出ごとに単独に構成される場合と、機能を統合して複数の機能を兼ねる場合とがある。検出された収差は信号処理回路108で処理され、波面変換素子104を駆動する。

【0061】波面変換素子104は、例えば以下の方法を用いることができ、2枚の硝子基板に挟まれた部分に液晶を封入したものを用いることができる。光ビームが通過する部分を複数の領域に分け、各々の領域に独立に電圧を印可すると、それぞれ対応する部分の屈折率を変化させることができる。この屈折率の変化を利用して波面の位相を変えることができる。光ビームに収差がある

と、部分的に光ビームの位相が変わるので、この変化した位相を補完するように波面変換素子 104 を駆動することにより収差の補正ができる。電圧を収差の度合いに応じて印可すると収差補正をより正確に補正することが可能である。

【0062】光学系に収差のない状況では光検出器 107 で収差は検出されず、従って波面変換素子 104 に変化はなく、単なるガラス平行平板と同等な素子となる。しかし、収差が発生したときには、収差の種類によりそれぞれ検出信号のかたが異なる。

【0063】以下代表的な収差の 3 例について説明する。

【0064】第 1 の例として、例えば光ディスク 106 が傾くと、光ビームが光ディスクの基板を通過する際にコマ収差が発生する。このコマ収差を光検出器 107 で検出して、コマ収差を打ち消すように波面変換素子 104 を駆動して、収差補正することができる。コマ収差を補正する波面変換の方式は多分割された液晶で構成される波面変換素子を用いる方法を使うことができる。

【0065】コマ収差の検出方法を以下に説明する。

【0066】図 2 はコマ収差が発生しているときの波面収差を示している。アパーチャーの中の基準波面 11 に対して、光軸 10 を境界として、波面の進み 11a と遅れ 11b とがある。基準波面 11 を集光したとき、その集光点に対して、進んだ波面 11a と遅れた波面 11b が集光する位置はいずれもデフォーカスとなる。従って、この進んだ波面又は遅れた波面のみを取り出してフォーカス状態を検出することでコマ収差の発生状況を知ることができる。

【0067】図 3 は、コマ収差を検出するための光学系の一例を示している。光軸 10 は X-Y 座標系の原点を通るものとし、Y 軸方向にコマ収差が発生する場合を考える。光ディスクから反射して集光する復路の光ビーム 12 において、 $Y > 0$ の領域の略中央部分 13 を通過する光ビームのみを、領域 13 以外の領域を通過する光ビームから分離して、2 分割された光検出器 17a, 17b に集光させ、光スポット 14 を形成させる。ここで、収差が発生していないときに、光スポット 14 は、光検出器 17a, 17b の分割線上に合焦して形成されるように構成されている。Y 軸方向にコマ収差が発生しているとき、領域 13 を通過する光ビームはこれ以外の領域を通過する光ビームに対して位相が進んでいるか、又は遅れている。換言すれば、位相が進んでいるか又は遅れている光ビームを取り出すことができるように、領域 13 を設定する。図 3 の例では、領域 13 は半円形を例示してあるが、これに限定されず、円形、楕円形、矩形、円弧形状等であってもよい。

【0068】図 4 は、2 分割光検出器上の光ビーム 14 の形状と形成位置を示している。

【0069】図 4 (A) は領域 13 を通過する光ビーム

の位相が遅れている場合であり、該光ビームは光検出器の検出面より後方に集光するような光ビームとなる。このとき、光ビームは光検出器 17a 側を通過するので、光検出器 17a の出力が光検出器 17b の出力より大きくなる。

【0070】図 4 (B) は領域 13 を通過する光ビームの位相の進みや遅れない場合（すなわち、収差がない場合）であり、該光ビームは光検出器 17a, 17b の検出面上であって、両者の分割線上に集光するような光ビームとなる。このとき、光検出器 17a の出力と光検出器 17b の出力とは同じ大きさとなる。

【0071】図 4 (C) は領域 13 を通過する光ビームの位相が進んでいる場合であり、該光ビームは光検出器の検出面より前方に集光するような光ビームとなる。このとき、光ビームは光検出器 17b 側を通過するので、光検出器 17a の出力が光検出器 17b の出力より小さくなる。

【0072】以上より、2 分割光検出器 17a, 17b のそれぞれの出力信号の差信号を検出することにより、微小なコマ収差であればコマ収差の量と符号を知ることができる。ある程度以上大きな収差が発生すると、差信号が飽和するので、コマ収差の符号は分かっても、コマ収差の量を知ることではできなくなる。このような場合には、光検出器を多分割して信号を演算することでコマ収差の量を測定することができる。

【0073】第 2 の例として、図 1 において、例えば光ディスク 106 の厚さが異なると光ビームが基板を通過する際に球面収差が発生する。この球面収差は検出器 107 で検出して、球面収差を打ち消すように波面変換素子 104 を駆動して、収差補正することができる。球面収差を補正する波面変換の方式は多分割された液晶で構成される波面変換素子を用いる方法を使うことができる。

【0074】球面収差の検出方法を以下に説明する。

【0075】図 5 は球面収差が発生している波面収差を示している。アパーチャーの中の基準波面 21 に対して、光軸 10 に対称に波面の遅れ 21a, 21b がある。基準波面 21 を集光したとき、その集光点に対して、遅れた波面 21a, 21b が集光する位置はデフォーカスとなる。従って、この遅れた波面のみを取り出してフォーカス状態を検出することで波面収差の発生状況を知ることができる。なお、上記とは逆に、光軸 10 に対称に波面の進みが生じる場合にも波面収差が発生する。

【0076】図 6 は、球面収差を検出するための光学系の一例を示している。光軸 10 は X-Y 座標系の原点を通るものとする。光ディスクから反射して集光する復路の光ビーム 22 において、光軸 10 を中心とする径が異なる 2 つの同心円で挟まれた領域のうちの $Y > 0$ の領域（半リング状領域）23 を通過する光ビームのみを、領

域 23 以外の領域を通過する光ビームから分離して、2 分割された光検出器 17a、17b に集光させ、光スポット 24 を形成させる。ここで、収差が発生していないときに、光スポット 24 は、光検出器 17a、17b の分割線上に合焦して形成されるように構成されている。球面収差が発生しているとき、領域 23 を通過する光ビームはこれ以外の領域を通過する光ビームに対して位相が進んでいるか、又は遅れている。換言すれば、位相が進んでいるか又は遅れている光ビームを取り出すことができるように、領域 23 を設定する。半リング状の領域 23 の該リングの半径とその半径方向の幅は光ビームの波面収差の状態に応じて設定することができる。

【0077】図 7 は、2 分割光検出器上の光ビーム 24 の形状と形成位置を示している。

【0078】図 7 (A) は領域 23 を通過する光ビームの位相が遅れている場合であり、該光ビームは光検出器の検出面より後方に集光するような光ビームとなる。このとき、光ビームは光検出器 17a 側を通過するので、光検出器 17a の出力が光検出器 17b の出力より大きくなる。

【0079】図 7 (B) は領域 23 を通過する光ビームの位相の進みや遅れがない場合（すなわち、収差がない場合）であり、該光ビームは光検出器 17a、17b の検出面上であって、両者の分割線上に集光するような光ビームとなる。このとき、光検出器 17a の出力と光検出器 17b の出力とは同じ大きさとなる。

【0080】図 7 (C) は領域 23 を通過する光ビームの位相が進んでいる場合であり、該光ビームは光検出器の検出面より前方に集光するような光ビームとなる。このとき、光ビームは光検出器 17b 側を通過するので、光検出器 17a の出力が光検出器 17b の出力より小さくなる。

【0081】以上より、2 分割光検出器 17a、17b のそれぞれの出力信号の差信号を検出することにより、微小な球面収差であれば球面収差の量と符号を知ることができる。ある程度以上大きな収差が発生すると、差信号が飽和するので、球面収差の符号は分かっても、球面収差の量を知ることとはできなくなる。このような場合には、光検出器を多分割して信号を演算することで球面収差の量を測定することができる。

【0082】第 3 の例として、図 1 において、例えば光ディスク 106 の複屈折等で光ビームが基板を通過する際に非点収差が発生する。この非点収差は検出器 107 で検出され、非点収差を打ち消すように波面変換素子 104 を駆動して、収差補正することができる。非点収差を補正する波面変換の方式は多分割された液晶で構成される波面変換素子を用いる方式を使うことができる。

【0083】非点収差の検出方法は上記のコマ収差、球面収差の検出方法と同様の考え方に基づいて行なうことができる。

【0084】図 1 において光偏向手段としてのホログラム 109 をブレース化されたホログラムとしてもよい。これにより、通常のホログラムに比べ高効率の偏向手段とすることができる。

【0085】また、光検出器 107 は情報信号、フォーカス信号やトラッキング信号等の制御信号、及び光ビームの収差を検出するピンダイオードなどの複数の領域に分かれた光検出素子であるが、収差を検出する部分も少なくとも二分割された光検出素子からなり、ホログラム 109 で偏向された光ビームが二分割された光検出素子の分割線上にかかるように設定されている。

【0086】（実施の形態 2）図 8 は実施の形態 2 の収差検出装置の概略構成図である。

【0087】半導体レーザ等の光源 101 を出射する光ビームはホログラム 109 を通過してコリメートレンズ 103 で略平行光に変換され、波面変換素子 104 を透過して対物レンズ 105 により光ディスク 106 の基板越しに記録再生情報面上に入射する。

【0088】記録再生情報面で反射した光ビームは再び基板を透過し、対物レンズ 105、波面変換素子 104、コリメートレンズ 103 を透過して、ホログラム 109 で回折され信号検出用の光検出器 107、111 に入射する。光検出器 107、111 は情報信号、フォーカス信号やトラッキング信号等の制御信号、及び光ビームの収差を検出する素子からなる。これらの検出素子は、各信号検出ごとに単独に構成される場合と、機能を統合して複数の機能を兼ねる場合とがある。検出された収差は信号処理回路 108 で処理され波面変換素子 104 を駆動する。

【0089】光学系に収差のない状況では光検出器 107、111 で収差は検出されず、従って波面変換素子 104 に変化はなく、単なるガラス平行平板と同等な素子となる。収差が発生したときには、実施の形態 1 で説明したと同様の検出方式で検出される。

【0090】本実施に形態によれば、実施の形態 1 と比較して、よりコンパクトな収差検出装置が得られる。

【0091】（実施の形態 3）図 9 にコマ収差検出の具体的な方式を示す。

【0092】ホログラム 109 は複数の領域 109a ~ 109d に分割されており各々の領域に対応して光検出器 107a ~ 107h を設ける。すなわち、領域 109a は光検出器 107g、107h に対応し、領域 109b は光検出器 107a、107b に対応し、領域 109c は光検出器 107e、107f に対応し、領域 109d は光検出器 107c、107d に対応する。ホログラム 109 の領域分割は、図 3 で説明した考え方に準じて行なわれている。このように、光ビームを通過する領域に応じて複数に分割して偏向させるためには、例えばホログラム 109 の空間周波数（ピッチ）と回折方向とを領域ごとに適切に設定することにより可能である。

【0093】Y軸方向にコマ収差が発生していると仮定したとき、検出用ホログラム109の上では領域109aと領域109bとの間で位相誤差がもっとも大きくなり領域109cと領域109dでは比較的位相誤差は少ない。従ってこれらの4領域をそれぞれ検出するとコマ収差を検出することができる。コマ収差はX軸に関して対称な収差であるから領域109aと領域109cの組み合わせから検出することも可能である。同じく領域109bと領域109dの組み合わせから検出することも可能である。

【0094】光検出器107は光ビームの集光点近傍にありいわゆるナイフエッジ法と呼ばれる検出方式が用いられる。

【0095】ファーフールドトラッキング誤差信号の検出にはホログラムのY>0の部分を通過する光ビームとY<0の部分を通過する光ビームの光量差を検出することで得られる。即ちファーフールドトラッキング信号TEは、

$$TE = [(107a) + (107b) + (107c) + (107d)] - [(107e) + (107f) + (107g) + (107h)]$$

の信号を見ることで検出できる。

【0096】図10にナイフエッジ法でフォーカス検出をする場合の検出器107上の光ビームによる光スポット（斜線を施した部分）の様子を示す。この場合、コマ収差がないと仮定すると、図10(B)のように2分割光検出器の分割線上に全ての光ビームは集光している。フォーカスがずれて、例えば光ディスク106と対物レンズ105が互いに近づく方向になる場合、図10

(A)のように素子107a、107c、107f、107hの出力が大きくなる。光ディスク106と対物レンズ105が互いに遠ざかる方向になる場合、図10

(C)のように素子107b、107d、107e、107gの出力が大きくなる。従ってこれらの信号を処理することで、フォーカス信号を得ることができる。即ちフォーカス信号FEは、

$$FE = [(107c) + (107f)] - [(107d) + (107e)]$$

の信号を見ることで検出できる。

【0097】図11にフォーカスが入ったとき（合焦したとき）の光検出器107上の光ビームによる光スポット（斜線を施した部分）の状態を示す。

【0098】コマ収差が発生していないとき、図11(B)のように全ての光検出器の出力は略等しく変化しない。

【0099】ある極性のコマ収差が発生すると、図11(A)のように光検出器107aと107gの出力が増加し、107bと107hの出力が減少するが、光検出器107c、107d、107e、107fの出力は変化しない。

【0100】反対極性のコマ収差が発生すると、図11(C)のように光検出器107bと107hの出力が増加し、107aと107gの出力が減少するが、光検出器107c、107d、107e、107fの出力は変化しない。

【0101】従ってこれらの信号を処理することで、コマ収差検出の信号を得ることができる。即ちコマ収差CMは、

$$CM = [(107a) + (107g)] - [(107b) + (107h)]$$

の信号を見ることで検出できる。

【0102】（実施の形態4）図12に球面収差検出の具体的な方式を示す。

【0103】ホログラム109は複数の領域109e～109hに分割されており各々の領域に対応して光検出器107a～107hを設ける。すなわち、領域109eは光検出器107g、107hに対応し、領域109fは光検出器107a、107bに対応し、領域109gは光検出器107c、107dに対応し、領域109hは光検出器107e、107fに対応する。ホログラム109の領域分割は、図6で説明した考え方に準じて行なわれている。このように、光ビームを通過する領域に応じて複数の分割して偏向させるためには、例えばホログラム109の空間周波数（ピッチ）と回折方向とを領域ごとに適切に設定することにより可能である。

【0104】球面収差が発生していると仮定したとき、検出用ホログラム109の上では領域109e、109fと領域109g、107hとの間で位相誤差がもっとも大きくなる。従ってこれらの2領域をそれぞれ検出すると球面収差を検出することができる。球面収差はX軸やY軸に関して対称な収差であるから領域109eと領域109g、109hとの組み合わせから検出することも可能である。同じく領域109fと領域109g、109hとの組み合わせから検出することも可能である。

【0105】図13にフォーカスが入ったときの光検出器107上の光ビームによる光スポット（斜線を施した部分）の状態を示す。

【0106】球面収差が発生していないとき、図13(B)のように全ての光検出器の出力は略等しく変化しない。

【0107】ある極性の球面収差が発生すると、図13(A)のように図12のホログラム109g、109hを通過する光ビームの焦点が光検出器107の後方に集光する。その結果、光検出器107aと107hの出力が増加し、光検出器107bと107gの出力が減少するが、光検出器107c、107d、107e、107fの出力は変化しない。

【0108】反対極性の球面収差が発生すると、図13(C)のように図12のホログラム109g、109hを通過する光ビームの焦点が光検出器107の前方に集

光する。その結果、光検出器 107b と 107g の出力が増加し、光検出器 107a と 107h の出力が減少するが、光検出器 107c、107d、107e、107f の出力は変化しない。

【0109】従ってこれらの信号を処理することで、球面収差検出の信号を得ることができる。即ち球面収差 SA は、

$$SA = [(107a) + (107h)] - [(107b) + (107g)]$$

の信号を見ることで検出できる。

【0110】ファーフィールドトラッキング誤差信号の検出にはホログラムの $Y > 0$ の部分を通過する光ビームと $Y < 0$ の部分を通過する光ビームの光量差を検出することで得られる。即ちファーフィールドトラッキング信号 TE は、

$$TE = [(107a) + (107b) + (107e) + (107f)] - [(107c) + (107d) + (107g) + (107h)]$$

の信号を見ることで検出できる。

【0111】（実施の形態 5）本発明の原理を応用して非点収差の検出を行うことができる。図 14 に非点収差検出の具体的な方式を示す。

【0112】ホログラム 109 は複数の領域 109i ~ 109m (109l は欠番) に分割されており各々の領域に対応して光検出器 110a ~ 110m (110l は欠番) を設ける。すなわち、領域 109i は光検出器 110i、110j、110k、110m に対応し、領域 109j は光検出器 110a、110b、110c、110d に対応し、領域 109k は光検出器 110e、110f に対応し、領域 109m は光検出器 110g、110h に対応する。ホログラム 109 の領域分割は、以下のように行なっている。まず、光軸を中心とする径が異なる 2 つの同心円で挟まれた領域（リング状領域）と、それ以外の領域とに分割する。前者のリング状領域をさらに X 軸及び Y 軸により 4 分割し、対向する領域同士を 1 組として、2 組の検出領域 109i、109j とする。また、後者の領域を $Y > 0$ の領域と $Y < 0$ の領域に分割し、それぞれ 109k、109m とする。このように、光ビームを通過する領域に応じて複数に分割して偏向させるためには、例えばホログラム 109 の空間周波数（ピッチ）と回折方向とを領域ごとに適切に設定することにより可能である。

【0113】非点収差が発生していると仮定したとき、検出用ホログラム 109 の上では領域 109i と領域 109j との間で位相誤差がもっとも大きくなり、領域 109k と領域 109m との間で位相誤差はそれらの中間の値となる。従ってこれらの 3 領域をそれぞれ検出すると非点収差を検出することができる。

【0114】図 15 にフォーカスが入ったときの光検出器 110 上の光ビームによる光スポット（斜線を施した

部分）の状態を示す。

【0115】非点収差が発生していないとき、図 15 (B) のように全ての光検出器 110 の出力は略等しく変化しない。

【0116】ある極性の非点収差が発生すると、図 15 (A) のように図 14 のホログラム 109i を通過する光ビームの焦点が光検出器 110 の後方に集光し、ホログラム 109j を通過する光ビームの焦点が光検出器 110 の前方に集光する。その結果、光検出器 110a、110d、110j、110k の出力が増加し、光検出器 110b、110c、110i、110m の出力が減少する。光検出器 110e、110f、110g、110h の出力は変化しない。

【0117】反対極性の非点収差が発生すると、図 15 (C) のように図 14 のホログラム 109j を通過する光ビームの焦点が光検出器 110 の後方に集光し、ホログラム 109i を通過する光ビームの焦点が光検出器 110 の前方に集光する。その結果、光検出器 110a、110d、110j、110k の出力が減少し、光検出器 110b、110c、110i、110m の出力が増加する。光検出器 110e、110f、110g、110h の出力は変化しない。

【0118】従ってこれらの信号を処理することで、非点収差検出の信号を得ることができる。即ち非点収差 AS は、

$$AS = [(110a) + (110d) + (110j) + (110k)] - [(110b) + (110c) + (110i) + (110m)]$$

の信号を見ることで検出できる。

【0119】以上のホログラムを使った各実施形態は、光検出器の簡略化のため +1 次回折光又は -1 次回折光の光を利用した例について述べてある。ブレイズ化したホログラムを用いることもでき、その場合この形態でそのまま収差検出装置を形成できる。ブレイズ化したホログラムを用いることにより、光検出器の受光量が増えるので、高感度の収差検出を行なうことができる。ブレイズ化しないホログラムの場合も当然上記方式を用いることができる。このときには +1 次と -1 次の回折光が干渉しないように光検出器を設計することが必要である。

【0120】また、実施の形態 2（図 8）において、ホログラム 109 としてブレイズ化しないホログラムを用いた場合、光源 101 の両側近傍の略対称となる位置に、+1 次回折光と -1 次回折光を受光できるように光検出器 107、111 を設置して、光検出器 107、111 の両方で上記の収差検出を行なう構成とすることもできる。このような構成とすれば、一方の光検出器のみで収差検出する場合に比べて、受光する光量が 2 倍になり、高 S/N 比の収差検出信号を得ることができる。

【0121】あるいは、実施の形態 2（図 8）において、ホログラム 109 として偏光のみを回折させる偏光

ホログラムを用い、これと4分の1波長板とで光偏向手段を構成してもよい。すなわち、図16に示すように、光源101として偏光を射出する放射光源を用い、射出された偏光が透過する方向に偏光ホログラム109を設置する。また、4分の1波長板115を波面変換素子104と対物レンズ105の間に設置する。偏光放射光源101から出射した光ビームは偏光ホログラム109を透過し、4分の1波長板115で円偏光となる。ディスク106で反射した円偏光ビームは4分の1波長板115を再度通過することで往路の光ビームの偏光方向と垂直方向に偏光した光ビームとなる。この光ビームは偏光ホログラム109に入射するとほとんどの光ビームが回折されて光検出器107、111に入射する。ここで、光検出器107、111は、光源101の両側近傍の略対称となる位置に設置されている。収差検出は、光検出器107、111の両方からの信号を用いて行なう。このように、偏光ホログラムと4分の1波長板とを用いることで、光検出器に入射する光ビームの利用効率を向上させることができ、高いS/N比の収差検出信号を得ることができる。

【0122】また、上記の各実施形態では二分割の光検出器を用いて高速に収差検出する方法を述べたが、光検出器の応答速度を速くできれば、二分割と同じ方向に複数に分割した光検出器を用いてより精度の高い収差検出を行うことができる。図10、図11、図13、図15からも明らかなように、収差が発生すると光検出器上の光分布は大きく広がる。この拡がりの大きさは、収差の大きさに比例する。従って光ビーム光軸の中心から離れた光検出器に出力が出るほど大きな収差が発生していることになる。複数の光検出器から出力される信号を処理をして、収差補正装置（波面変換素子104）をアナログ値で段階的に制御駆動して、より精度の高い収差補正を行うことも可能である。収差補正装置に用いられる液晶は印加される電圧に略比例して屈折率を変化させることができる為、アナログ値で段階的に制御する装置として適している。

【0123】また、上記の実施形態ではトラッキング方式としてファーフールドトラッキング方式を用いた場合のみを説明したが、通常使用されている位相差検出トラッキング方式、3ビームトラッキング方式等をそれほど難しくない設計で組み合わせることも可能である。

【0124】次に、上記の収差検出装置を光学情報記録再生装置に応用した実施形態を説明する。

【0125】（実施の形態6）図17は第6の実施の形態に係る光学情報記録装置の構成の概略を示す。

【0126】図17において、半導体レーザ201を出射する光ビーム202はコリメートレンズ220で略平行光に変換され、2枚の非球面レンズ203、204からなる対物レンズ205を透過し、第1の記録可能な記録情報層206と第2の記録可能な記録情報層208と

両記録情報層の間にある光学分離層207とからなる情報担体209に入射する。2枚の非球面レンズ203と204の間には両非球面レンズ間の距離を変化させることができる距離調整機構210がある。本実施の形態ではピエゾ素子を用いており、電圧を高く印加することで2枚の非球面レンズ203、204の間の距離は長くなり、電圧を低くすることで2枚の非球面レンズ203、204の間の距離は短くなる。対物レンズ205で収束された光ビームが第1の記録可能な記録情報層206上に集光するときには、ピエゾ素子に印加する電圧を低くして2枚の非球面レンズ203、204間の距離を短くして球面収差を補正する。対物レンズ205で収束された光ビームが第2の記録可能な記録情報層208上に集光するときには、ピエゾ素子に印加する電圧を高くして2枚の非球面レンズ203、204間の距離を長くして球面収差を補正する。かかる方法により記録情報層に対し球面収差を低減することで、良好な記録再生特性が得られる。

【0127】第6の実施形態において、ピエゾ素子の代わりに電磁駆動のアクチュエータやモータを使用することもできる。また、ピエゾ素子の代わりに超音波で駆動されるアクチュエータを使用することもできる。

【0128】また、2枚の非球面レンズ203、204を用いる代わりに2つの凸レンズ群、又は1枚の非球面レンズと1枚の球面レンズとを用いることもできる。

【0129】（実施の形態7）図18は第7の実施の形態に係る光学情報記録装置の構成の概略を示す。

【0130】図18において、半導体レーザ201を出射する光ビーム202はコリメートレンズ220で略平行光に変換され、2枚の非球面レンズ203、204からなる対物レンズ205を透過し、第1の記録可能な記録情報層206と第2の記録可能な記録情報層208と両記録情報層の間にある光学分離層207とからなる情報担体209に入射する。対物レンズ205と半導体レーザ201との間には、対物レンズ205の光軸を中心とした円の周方向に等しくかつ半径方向に異なる光学的位相を変化させることのできる球面収差補正素子230が対物レンズ205と一体的に配置されている。

【0131】基材の厚さ誤差により光軸を中心として点対称な位相誤差が発生するので、球面収差で発生する半径方向に異なる光学位相と反対の極性で同じ量の光学位相を加算することにより、記録情報層に集光する光ビームの球面収差を打ち消し合わせることができる。

【0132】本実施の形態では球面収差補正素子230は光軸を中心とする同心円により半径方向に3〜7個の複数の領域に分割された液晶素子であり、発生した球面収差の量に応じて複数の領域に印加する電圧を制御して位相差を最適化する。

【0133】本実施の形態において、2枚の非球面レンズ203、204を用いる代わりに2つの凸レンズ群、

又は1枚の非球面レンズと1枚の球面レンズとを用いることもできる。

【0134】(実施の形態8)実施の形態6, 7において、球面収差の検出にはホログラムを用いた球面収差の検出方式を使うことができる。図19を用いて光ディスクの球面収差を検出する方法を述べる。

【0135】図19において半導体レーザ201を出射する光ビーム202はコリメートレンズ220で略平行光とされ、2枚の非球面レンズ203, 204からなる対物レンズ205を透過し、第1の記録可能な記録情報層206と第2の記録可能な記録情報層208と両記録情報層の間にある光学分離層207とからなる情報担体209に入射する。2枚の非球面レンズ203と204の間には両非球面レンズ間の距離を一定にする距離調整機構210がある。距離調整機構210として本実施の形態ではピエゾ素子を用いている。

【0136】ディスクから反射した光ビームはハーフミラー302で反射され収差検出用のホログラム309を透過して光検出器307に入射する。検出された信号は信号増幅処理回路308で処理されピエゾ素子210を駆動する。検出信号に応じて電圧を高く印加することで2枚の非球面レンズ203と204の間の距離は長くなり、電圧を低くすることで2枚の非球面レンズ203と204の間の距離は短くなる。

【0137】対物レンズ205で収束された光ビームが第1の記録可能な記録情報層206上に集光するときには、球面収差検出信号は検出され、ピエゾ素子210に印加する電圧を低くして2枚の非球面レンズ間の距離を短くして球面収差を補正する。

【0138】対物レンズ205で収束された光ビームが第2の記録可能な記録情報層208上に集光するときには、球面収差検出信号は上記と逆の極性で検出され、ピエゾ素子210に印加する電圧を大きくして2枚の非球面レンズ間の距離を長くして球面収差を補正する。

【0139】球面収差検出の具体的な方式は、上記の図5~図7又は実施の形態4で説明した方式を使用することができる。

【0140】本実施の形態において、2枚の非球面レンズ203, 204を用いる代わりに2つの凸レンズ群、又は1枚の非球面レンズと1枚の球面レンズとを用いることもできる。

【0141】本実施の形態では、実施の形態6の光学情報記録装置に球面収差検出装置を組み合わせた例を説明したが、実施の形態7の光学情報記録装置に球面収差検出装置を組み合わせた例もできる。

【0142】また、本実施の形態では、図1の構成を有する球面収差検出装置を組み合わせた場合を説明したが、同様に図2の構成を有する球面収差検出装置を組み合わせた場合もできる。

【0143】以上に説明した本発明は、図面によって具

体的に表される構成に限定されるものではなく色々なバリエーションが想定できる。

【0144】

【発明の効果】本第1発明によれば、光学系の収差をリアルタイムもしくはリアルタイムに近い時間で検出することができる。従って、検出結果に基づいて収差補正素子を駆動すれば、光学系の収差を低減させることができる。よって、従来困難であった、大きな面ぶれを有する情報担体(ディスク)や基材厚の異なる情報担体(ディスク)の再生が可能となる。また、情報担体の製造が容易となる。

【0145】また、本第2発明によれば、設計基板厚さからかい離した厚さの情報担体であっても、球面収差補正手段で収差を補正して、記録情報層に対して球面収差を低減することにより、良好な記録再生特性が得られる。これにより、基板の厚さ誤差で生じる球面収差が発生していても、複数の記録情報層を有する情報担体の一方の面側から、各記録情報層に記録・再生を安定して行なうことができる。この結果、大容量の光学情報記録媒体と、そのための光学情報記録再生装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1の収差検出装置の概略構成図

【図2】コマ収差が発生しているときの波面収差を示した概念図

【図3】コマ収差を検出するための光学系の一例を示した概略構成図

【図4】図3の2分割光検出器上に形成される光ビームスポットの形状と形成位置を示した説明図

【図5】球面収差が発生しているときの波面収差を示した概念図

【図6】球面収差を検出するための光学系の一例を示した概略構成図

【図7】図6の2分割光検出器上に形成される光ビームスポットの形状と形成位置を示した説明図

【図8】本発明の実施の形態2の収差検出装置の概略構成図

【図9】本発明の実施の形態3のコマ収差の検出原理を示す構成図

【図10】ナイフエッジ法でフォーカス検出をする場合の図9の光検出器上の光ビームスポットの形成状態を示した説明図

【図11】コマ収差発生時の図9の光検出器上の光ビームスポットの形成状態を示した説明図

【図12】本発明の実施の形態4の球面収差の検出原理を示す構成図

【図13】球面収差発生時の図12の光検出器上の光ビームスポットの形成状態を示した説明図

【図14】本発明の実施の形態5の非点収差の検出原理を示す構成図

23

【図 15】非点収差発生時の図 14 の光検出器上の光ビームスポットの形成状態を示した説明図

【図 16】本発明の収差検出装置の別の構成例を示した概略構成図

【図 17】本発明の実施の形態 6 に係る光学情報記録装置の概略構成図

【図 18】本発明の実施の形態 7 に係る光学情報記録装置の概略構成図

【図 19】本発明の実施の形態 8 に係る光学情報記録装置の概略構成図

【図 20】従来の波面収差補正方法を示した概略構成図

【図 21】片面読み出し 2 層タイプの光ディスクの一構成例を示した断面図

【符号の説明】

- 101 光源
- 102 ハーフミラー
- 103 コリメートレンズ
- 104 波面変換素子
- 105 対物レンズ
- 106 光ディスク
- 107 光検出器

24

108 収差の信号処理回路

109 ホログラム

111 光検出器

115 4分の1波長板

201 半導体レーザ

202 光ビーム

203 第1のレンズ

204 第2のレンズ

205 対物レンズ

10 206 第1の記録情報層

207 光学分離層

208 第2の記録情報層

209 情報担体

210 距離調整機構（ピエゾ素子）

220 コリメートレンズ

230 液晶球面収差補正素子

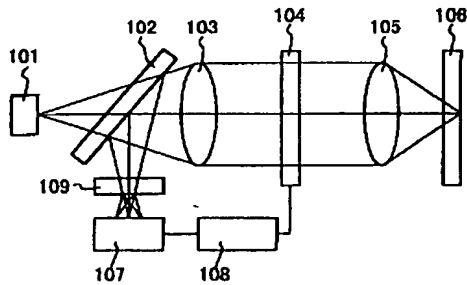
302 ハーフミラー

307 光検出器

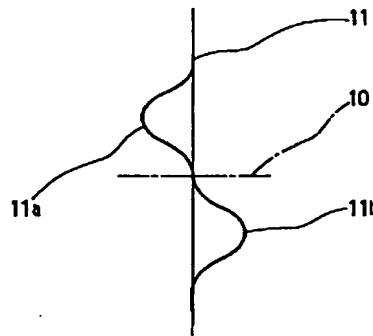
308 信号増幅処理回路

20 309 ホログラム

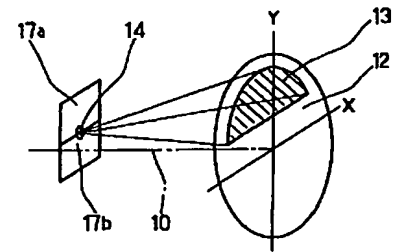
【図 1】



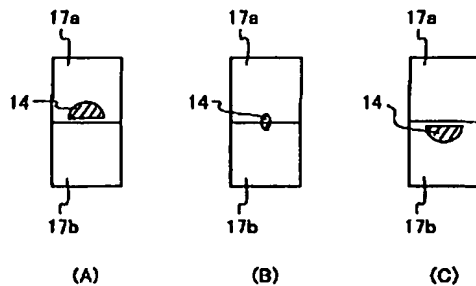
【図 2】



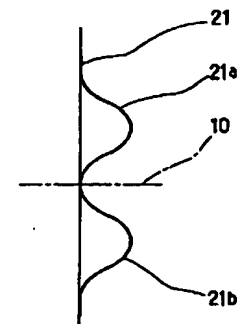
【図 3】



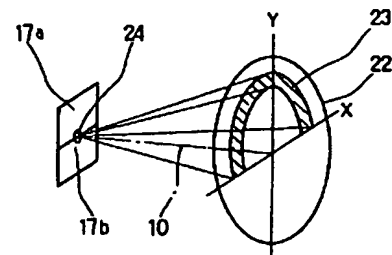
【図 4】



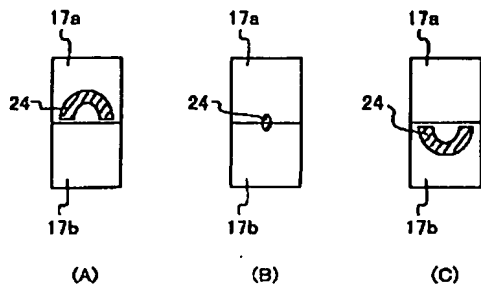
【図 5】



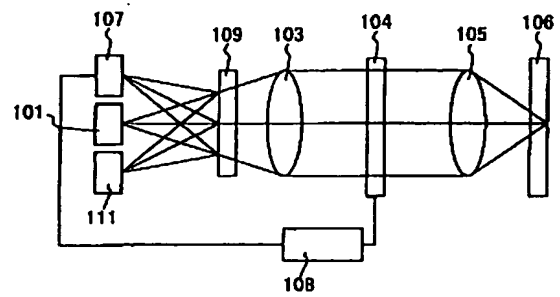
【図 6】



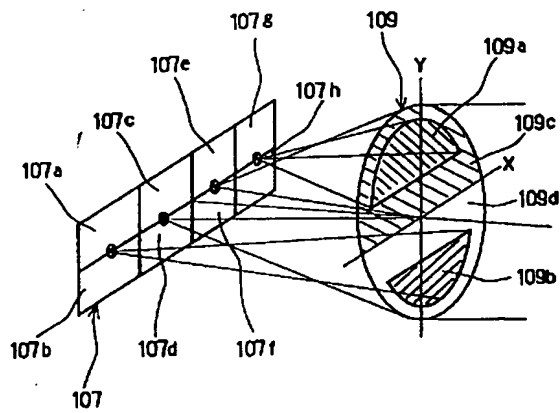
【図 7】



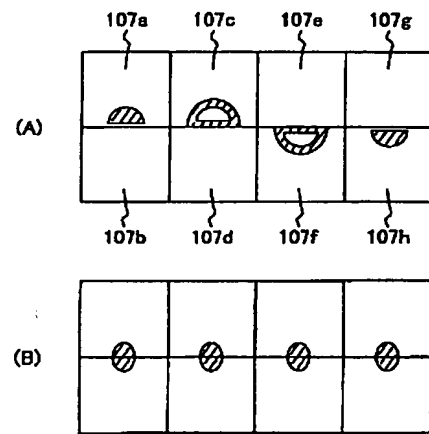
【図 8】



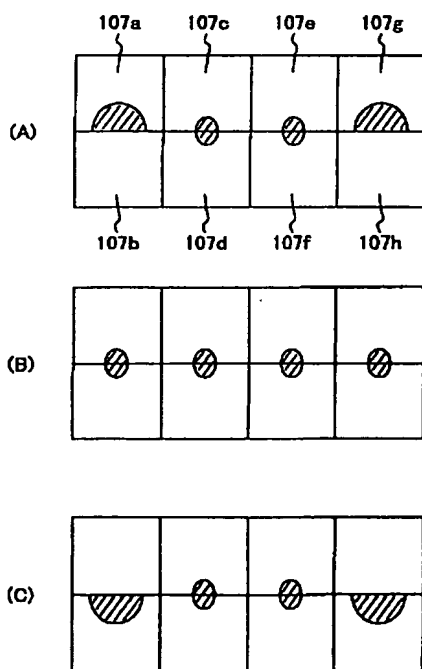
【図 9】



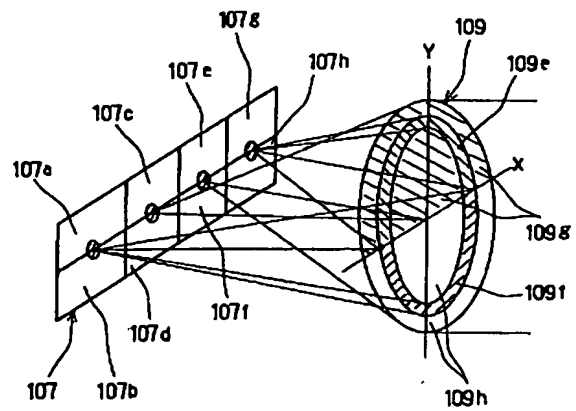
【図 10】



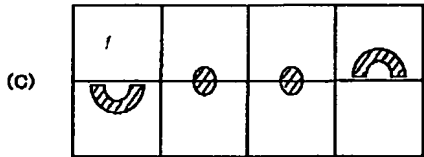
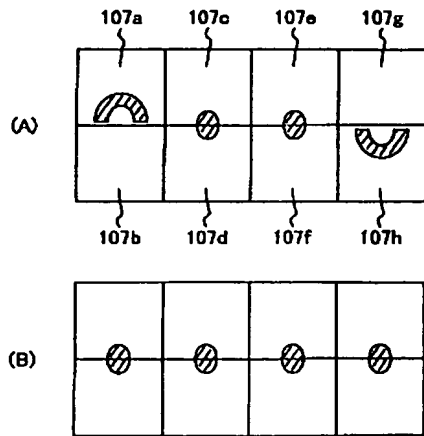
【図 11】



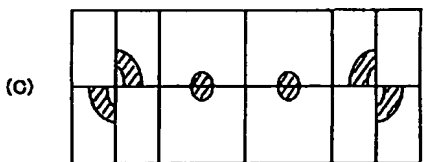
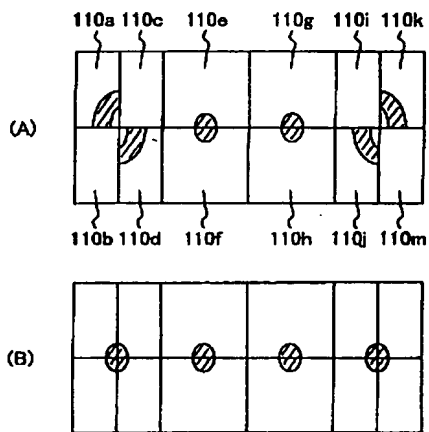
【図 12】



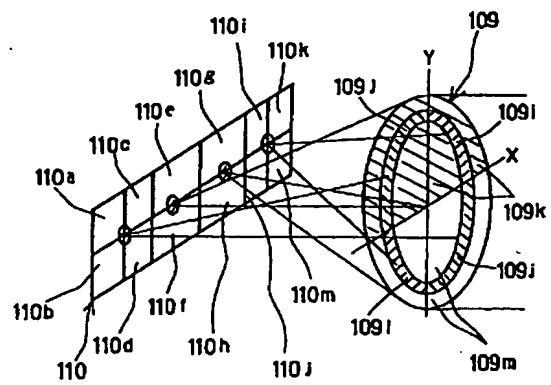
【図 13】



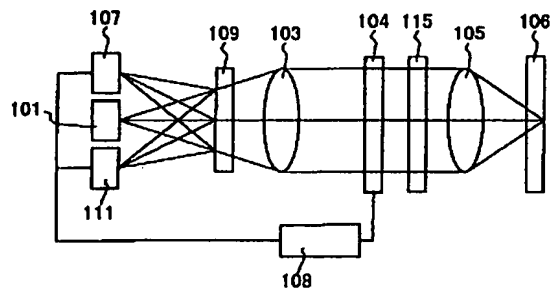
【図 15】



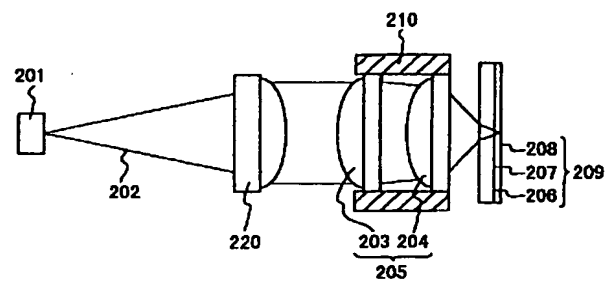
【図 14】



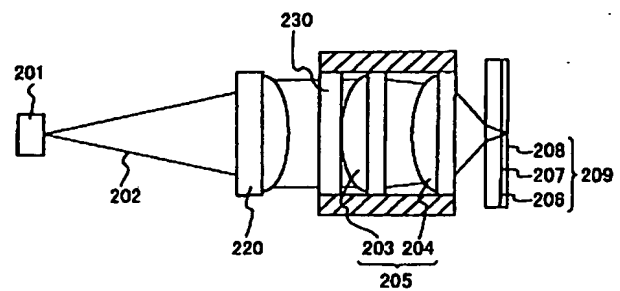
【図 16】



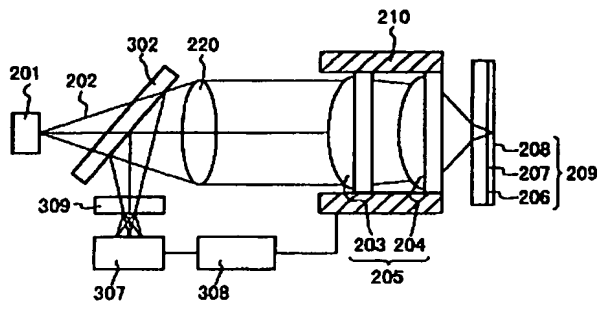
【図 17】



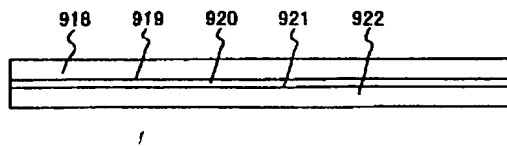
【図 18】



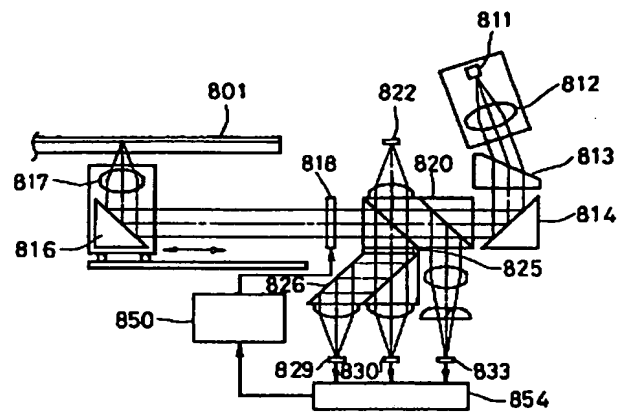
【図 19】



【図 21】



【図 20】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.